

Capacité, couverture et déploiement sous IEEE 802.11g

Peu de technologies ont été aussi impatientement attendues que le protocole 802.11g, la norme développée par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) pour les réseaux locaux sans fil (WLAN) 2,4 GHz et qui permet des débits de données pouvant atteindre 54 Mbits/s. Il est facile de comprendre pourquoi : le 802.11g offre des performances comparables à celles de la norme WLAN 802.11a qui opère dans la bande des 5 GHz tout en assurant la compatibilité avec la norme précédente 802.11b à 11 Mbits/s. Cette association de performances améliorées et de compatibilité est analogue dans son concept à la célèbre – et désormais universelle – norme Fast Ethernet à 100 Mbits/s issue du monde des réseaux LAN filaires. Les professionnels des réseaux attendent évidemment une universalité équivalente pour les produits développés autour de la norme 802.11g, quitte, parfois, à exclure les produits 802.11b et 802.11a. Nous décrivons dans ce livre blanc les possibilités de la norme 802.11g, en mettant en évidence ses avantages comme ses faiblesses. Nous espérons que ces informations permettront aux professionnels des réseaux de mieux comprendre les performances et les capacités qu'ils peuvent attendre de cette norme en matière de portée et de zone de couverture, et qu'elles les aideront à la mettre en application avec le maximum d'efficacité.

La norme 802.11g en bref

La norme IEEE 802.11g pour les WLAN peut être considérée comme un croisement entre les normes 802.11b et 802.11a. Comme le 802.11b, le 802.11g s'appuie sur cette portion du spectre de radiofréquence – 2,4 GHz – qui autorise une exploitation sans licence dans pratiquement tous les pays du monde. Le 802.11g est également limité aux trois mêmes canaux sans chevauchement que le 802.11b. L'une des principales exigences de la norme 802.11g est la totale compatibilité avec le 802.11b, qui garantit la protection de l'investissement de la base installée de clients 802.11b, mais pose également de considérables problèmes de performances lorsque des unités fonctionnent dans ce mode.

Comme avec le 802.11a, la transmission de données sous 802.11g s'effectue par multiplexage OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Le multiplexage OFDM est un mode de transmission de données beaucoup plus efficace que le DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), utilisé par la norme 802.11b. Couplé à différents types de modulation, le 802.11g (comme le 802.11a) peut supporter des débits de données bien plus élevés que le 802.11b. Comme le montre le Tableau 1, le 802.11g exploite une combinaison des modes de transmission OFDM et DSSS pour supporter un vaste éventail de débits – en fait, tous les débits de données supportés par le 802.11a et le 802.11b.



Tableau 1 Débits de données, types de transmission et schémas de modulation de la norme 802.11g

Débits de données (Mbits/s)	Type de transmission	Schéma de modulation
54	OFDM	64 QAM
48	OFDM	64 QAM
36	OFDM	16 QAM
24	OFDM	16 QAM
18	OFDM	QPSK1
12	OFDM	QPSK
11	DSSS	CCK2
9	OFDM	BPSK3
6	OFDM	BPSK
5,5	DSSS	CCK
2	DSSS	QPSK
1	DSSS	BPSK

QPSK Quadrature Amplitude Modulation

QPSK Quadrature Phase Shift Keying

CCK Complementary Code Keying

BPSK Biphase Phase Shift Keying

Les performances et les capacités de la norme 802.11g

Pour les WLAN, la capacité du réseau est à peu de choses près égale au produit du débit par le nombre de canaux disponibles. Comme nous l'avons dit plus haut, les unités 802.11g – comme celles sous 802.11b – ne peuvent transmettre au maximum que sur trois canaux sans chevauchement. En conséquence, l'augmentation de capacité réseau par rapport au 802.11b ne provient que de l'accroissement du débit. Le débit des réseaux 802.11g dépend d'un certain nombre de facteurs environnementaux et applicatifs, et en tout premier lieu de la présence ou non sur le réseau 802.11g de clients sous 802.11b.

Les réseaux 802.11 utilisent la méthode CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), une méthode d'accès au médium analogue à celle des réseaux Ethernet partagés. De plus, les unités 802.11b, qui partagent la même bande de 2,4 GHz que celles sous 802.11g, ne sont pas capables de détecter les transmissions OFDM. Bien que les unités 802.11b soient capables de détecter le « bruit » sur la bande des 2,4 GHz grâce à leurs fonctionnalités CCA (Clear Channel Assessment), elles ne peuvent pas décoder les paquets de données, d'administration ou de contrôle transmis par multiplexage OFDM. Pour en tenir compte et permettre la coexistence et la compatibilité ascendante, la norme 802.11g intègre donc des mécanismes de protection.



Lorsqu'un client 802.11b est associé à un point d'accès 802.11g, celui-ci active un mécanisme de protection appelé RTS/CTS (Request to Send/Clear to Send). Initialement conçu pour résoudre le « problème du nœud caché » – qui survient lorsque deux clients sont capables de maintenir une liaison vers un point d'accès mais ne peuvent pas s'entendre l'un l'autre pour des raisons de distance – le mécanisme RTS/CTS ajoute un degré de déterminisme à des réseaux par ailleurs à accès multiple. Lorsque le mécanisme RTS/CTS est activé, les clients doivent d'abord demander au point d'accès un accès au médium sous la forme d'un message RTS. Tant que le point d'accès ne lui a pas renvoyé un message de voie libre (signal CTS), le client s'interdit d'accéder au médium et de transmettre ses paquets de données. Si un autre client que celui qui a envoyé le message RTS initial, reçoit la commande CTS, il l'interprète comme une commande « ne pas envoyer » et s'interdit d'accéder au médium. Il est clair que ce mécanisme empêche les clients 802.11b de transmettre en même temps que les clients 802.11g, et évite par la même les collisions qui limitent le débit en raison des tentatives d'émission successives. Il est tout aussi clair que ce processus supplémentaire RTS/CTS accroît encore la charge sur le protocole et contribue ainsi à réduire le débit du réseau.

En plus du mécanisme RTS/CTS, la norme 802.11g impose également une autre condition importante pour assurer la compatibilité avec la norme 802.11b. En cas de collision due à des transmissions simultanées – dont la probabilité est fortement réduite grâce au mécanisme RTS/CTS – les clients se « retirent » du réseau pendant une durée aléatoire avant d'essayer de nouveau d'accéder au médium. Le client détermine cette durée aléatoire en sélectionnant un emplacement parmi plusieurs qui sont chacun associés à une durée fixe. La norme 802.11b prévoit 31 emplacements associés chacun à une durée de 20 microsecondes. La norme 802.11a prévoit quant à elle 15 emplacements associés chacun à une durée de 9 microsecondes. La norme 802.11a offre donc des temps de « retrait » généralement plus courts que ceux de la norme 802.11b, laquelle donne de meilleurs résultats que ceux du 802.11a, notamment lorsque le nombre de clients dans une cellule augmente. En mode mixte – c'est-à-dire en association avec des clients 802.11b – le réseau 802.11g adopte les temps de retrait de la norme 802.11b. Dans le cas contraire, lorsque le réseau 802.11g ne sert pas de clients 802.11b, il adopte les temps de retrait de la norme 802.11a, plus performante.

En l'absence de clients 802.11b, les réseaux 802.11g atteignent ainsi des débits analogues à ceux du 802.11a. Avec son mode de transmission OFDM et son système de retrait identique à celui de la norme 802.11a, la norme 802.11g peut être dans l'ensemble considérée comme du 802.11a appliqué à la bande des 2,4 GHz. Le Tableau 2 présente une comparaison des débits des réseaux 802.11a, 802.11b et 802.11g. Il faut remarquer qu'en mode mixte, le débit 802.11g n'est que modestement supérieur à celui du 802.11b, et qu'il représente près du tiers de celui obtenu lorsque le réseau n'a pas à prendre en charge les clients historiques.

Tableau 2 Comparaison approximative des débits des réseaux 802.11a, 802.11b et 802.11g.

	Débits de données (Mbits/s)	Débit approximatif (Mbits/s)	Débit en pourcentage du débit 802.11b
802.11b	11	6	100 %
802.11g (avec des clients 802.11b dans la cellule)	54	8	133 %



	Débits de données (Mbits/s)	Débit approximatif (Mbits/s)	Débit en pourcentage du débit 802.11b
802.11g (sans client 802.11b dans la cellule)	54	22	367 %
802.11a	54	25	417 %

La norme 802.11g dispose également d'une option appelée « CTS to Self », qui permet d'améliorer le débit en mode mixte. Comme son nom l'indique – signal CTS à soi-même –, l'option « CTS to Self » évite d'effectuer une demande RTS et utilise les capacités d'évaluation CCA du client pour vérifier l'existence d'un médium ouvert.

Après avoir exposé les possibilités du 802.11g en termes de débit dans ses deux modes, analysons son potentiel en termes de capacité. Il faut se rappeler que la norme 802.11g opère sur la même bande de 2,4 GHz que la norme 802.11b, ce qui limite son exploitation à trois canaux sans chevauchement. Cette capacité est à comparer aux 12 canaux sans licence disponibles dans de nombreux pays pour la norme 802.11a qui, avec l'inclusion des possibilités de détection radar intégrées à la norme 802.11h, pourra disposer de 24 canaux sur la fréquence 5 GHz sur pratiquement l'ensemble de la planète. Même lorsqu'il ne supporte pas des clients 802.11b, le 802.11g ne fournit qu'une fraction des capacités réseaux du 802.11a. Le Tableau 3 présente une comparaison de la capacité réseau en fonction des normes 802.11b 802.11g et 802.11a.

Tableau 3 Comparaison approximative des capacités réseaux avec les normes 802.11b, 802.11g et 802.11a.

	Débit (Mbits/s)	Canaux	Capacité (Mbits/s)
802.11b	6	3	18
802.11g (mode mixte)	8	3	24
802.11g (sans support 802.11b)	22	3	66
802.11a	25	12	300
802.11a (avec support 802.11h)	25	24	600

La longueur d'onde et la portée sont, selon les lois de la physique, inversement proportionnelles. En considérant que tous les autres paramètres sont égaux, un signal transmis dans la portion inférieure du spectre de fréquences portera plus loin qu'un signal transmis dans la portion supérieure. De plus, une onde de grande longueur – de fréquence plus basse – traverse plus facilement les solides, comme les murs ou les arbres, qu'une onde plus courte. Comme la norme 802.11g utilise la même partie du spectre de radiofréquence – 2,4 GHz - que la norme 802.11b, elle partage son principal avantage sur la norme 802.11a à 5 GHz. Toutefois, entre le 802.11b et le 802.11g les choses ne sont pas toutes égales par ailleurs. Une autre loi fondamentale de la physique veut que la portée diminue à mesure que le débit de données augmente. Le 802.11b utilise le DSSS pour assurer des débits de données de 11, 5,5, 2 ou 1 Mbits/s, avec des portées respectivement plus grandes à mesure que le débit baisse. Le



802.11g utilise le multiplexage OFDM pour supporter des débits de données de 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 ou 6 Mbits/s, avec des portées respectivement plus grandes à mesure que le débit baisse. Cela signifie que les débits de données les plus élevés supportés par le 802.11g correspondent à des portées plus faibles que celles offertes par le débit maximum sous 802.11b. Cependant, le multiplexage OFDM est un moyen de transmission plus efficace que le DSSS, ce qui signifie que pour une portée donnée, les débits de données supportés par le multiplexage OFDM seront plus élevés que ceux sous DSSS (en considérant toutes autres choses égales par ailleurs).

D'autres facteurs doivent être pris en compte, comme la puissance à l'émission et la sensibilité de réception. Le choix de l'un des types de transmission – DSSS ou OFDM – influe sur la puissance maximale utilisable par l'émetteur, ainsi que sur la capacité du récepteur, notamment pour les débits les plus élevés. En effet, les schémas de modulation de haut niveau comme la modulation d'amplitude par quadrature (QAM) 64 qui supportent des débits de données de 54 et de 48 Mbits/s exigent une plus grande finesse du récepteur. Les fortes puissances qui proviennent de l'émetteur radio ont tendance à limiter la sensibilité du récepteur, un phénomène connu sous le nom de Error Vector Magnitude (EVM). Il en découle un effet paradoxal qui veut que toute augmentation de la puissance d'émission se traduise par une baisse de la portée de l'appareil lorsque le débit de données est élevé. Les radios qui opèrent sous 802.11g utilisent donc des puissances de transmission inférieures que celles en mode 802.11b.

Les variations en termes de longueur d'ondes, de débits de données, de types de transmission et de caractéristiques de transmission entraînent des variations importantes de portées en fonction des trois technologies 802.11. Bien entendu, les portées ainsi annoncées ne sont que des approximations car divers facteurs environnementaux peuvent avoir un effet considérable sur la portée et, par conséquent, sur la zone de couverture. Il est toutefois possible d'établir des portées relatives en fonction des différentes technologies, comme le montre le Tableau 4 ci-dessous. Le lecteur pourra remarquer les différences importantes entre la portée du 802.11a et celle du 802.11g, de même que les écarts de portée entre les modes OFDM et DSSS pour la norme 802.11g, comme le montre la comparaison entre les débits de 18 Mbits/s et de 11 Mbits/s.

Tableau 4 Comparaison des portées dans un environnement intérieur de bureau ouvert, compartimenté par des cloisons d'isolation

Débits de données (Mbits/s)	Portée du 802.11a (40 mW avec antenne à plaque de 6 dBi)	Portée du 802.11g (30 mW avec antenne dipolaire de 2,2 dBi)	Portée du 802.11b (100 mW avec antenne dipolaire de 2,2 dBi)
54	13 m	27 m	-
48	15 m	29 m	-
36	19 m	30 m	-
24	26 m	42 m	-
18	33 m	54 m	-
12	39 m	64 m	-
11	-	48 m	48 m
9	45 m	76 m	-
6	50 m	91 m	-



Débits de données (Mbits/s)	Portée du 802.11a (40 mW avec antenne à plaque de 6 dBi)	Portée du 802.11g (30 mW avec antenne dipolaire de 2,2 dBi)	Portée du 802.11b (100 mW avec antenne dipolaire de 2,2 dBi)
5,5	-	67 m	67 m
2	-	82 m	82 m
1	-	124 m	124 m

Les normes 802.11g et 802.11b opèrent sur la même bande de fréquences et peuvent donc partager un ensemble commun d'antennes. Cisco propose une sélection complète d'antennes 2,4 GHz pour réaliser des modèles de couverture très divers. La possibilité d'exploiter des WLAN dans la bande des 5 GHz est relativement récente et la demande pour la norme 802.11a est actuellement bien inférieure à celle du 802.11b, ce qui explique que la gamme des antennes disponibles pour le 802.11a soit nettement moins développée. Cela signifie qu'il est aujourd'hui beaucoup plus facile de modéliser une zone de couverture à l'aide d'antennes spécialisées 802.11g qu'avec des antennes 802.11a. Par ailleurs, les caractéristiques de propagation plus restreintes des ondes de 5 GHz limitent davantage encore la forme de la zone de couverture en raison de certaines obstructions qui seraient nettement moins contraignantes avec la technologie 2,4 GHz.

Remarques sur le déploiement de la norme 802.11g

La norme 802.11g peut être considérée comme un sur-ensemble de la norme 802.11b : elle dispose de toutes les fonctionnalités du 802.11b, assure la compatibilité avec ce mode, et offre les performances supérieures du multiplexage OFDM. Les produits 802.11g développés par Cisco présentent des avantages supplémentaires qui rendent ce mode encore plus attractif :

- Les produits 802.11b Cisco disposent d'un moteur de cryptage RC4 intégré qui fournit une sécurité WEP (Wired Equivalent Privacy) et WPA sans diminution significative des performances. Les produits 802.11g Cisco sont équipés d'un moteur de cryptage qui supporte à la fois le RC4 et l'algorithme Rijndael pour les cryptages WEP, WPA, et AES (Advanced Encryption Standard) afin de garantir le support à grande vitesse de la prochaine norme 802.11i et la conformité avec la norme FIPS-140.
- La radio 802.11g Cisco est un produit de cinquième génération pour la technologie 2,4 GHz qui s'appuie sur les précédentes radios 802.11 et 802.11b. Même en mode DSSS 802.11b, la radio 802.11g Cisco offre des performances de portée supérieures par rapport à la génération précédente de radios exclusivement 802.11b. Dans les applications où il n'est pas indispensable de recourir au 802.11g, la radio 802.11g proposée par Cisco présente encore des performances supérieures en mode 802.11b.
- Comme le 802.11g s'appuie fortement sur la technologie 2,4 GHz maintenant bien connue, les produits de ce mode bénéficient des importantes réductions de coût en termes d'ingénierie et d'économies d'échelles réalisées sur les volumes croissants de produits développés autour de la norme 802.11b. Ainsi, le coût de construction d'une radio 802.11g est quasiment identique à celui d'une radio 802.11b. Cisco a décidé d'appliquer à ses produits 802.11g des tarifs identiques à ceux de ses produits 802.11b. Nos clients bénéficieront donc, au même prix, de performances améliorées, d'une sécurité plus robuste et d'une plus grande portée.

Compte tenu de tous ces avantages, il n'y a aucune raison de préférer des produits 802.11b à ceux développés autour de la norme 802.11g. Il est toutefois également évident qu'à elle seule, la norme 802.11g n'offre qu'une fraction des performances de la norme 802.11a en termes de capacité. La solution de ce dilemme tient en un mot : bi-bande.



Déploiements bi-bande

De la même manière que le 802.11g améliore la technologie 802.11b, la norme 802.11a renforce la technologie 802.11g. Sans entrer dans les détails, une radio 802.11 se compose de trois principaux éléments – un contrôleur MAC, un contrôleur de couche physique (PHY) et un frontal radiofréquence (RF). Le contrôleur MAC – sur lequel résident des fonctions comme le moteur de cryptage évoqué ci-dessus – est commun aux trois normes 802.11a, 802.11b et 802.11g. Le support des types de transmission OFDM et DSSS est assuré par le contrôleur PHY. Comme son nom l'indique, le frontal RF est la partie de la radio qui réalise effectivement la transmission et la réception des signaux. A ce titre, elle est spécifique à la bande de fréquences dans laquelle elle opère. Une radio 802.11a peut donc réutiliser les mêmes contrôleurs MAC et PHY qu'une radio 802.11g. La différence entre une radio 802.11g et une radio bi-bande supportant à la fois les normes 802.11a et 802.11g est la présence supplémentaire d'un frontal RF 5 GHz dont le surcoût est à la fois minime et susceptible de baisser avec le temps. On peut penser qu'à l'avenir, sur les clients les plus répandus comme les ordinateurs portables ou de bureau, on ne trouvera pas souvent de radio monostandard 802.11a ou 802.11g mais plutôt une grande majorité des radios compactes du type Mini-PCI (pour utilisation intégrée), CardBus, PCI et USB supportant un mode de fonctionnement bi-bande 802.11a/g.

Les constructeurs informatiques présents sur le marché 802.11 reconnaissent que ce surcoût permet d'offrir une capacité supplémentaire importante pour un prix relativement modeste. La plupart des spécialistes de l'industrie s'entendent donc pour affirmer que l'offre radio côté client sera principalement constituée de radios bi-bande 802.11a/g. Pour s'associer dans une infrastructure WLAN, ces radios clients bi-bande commenceront le plus souvent par rechercher un point d'accès 802.11a, puis 802.11g et enfin 802.11b. Elles tireront ainsi le meilleur parti de la capacité disponible, quelle qu'elle soit, tout en garantissant la compatibilité ascendante.

Compte tenu de l'absence de coût supplémentaire et de la généralisation de clients capables de supporter la norme 802.11g, Cisco estime que les professionnels des réseaux devraient au minimum commencer à faire migrer leurs infrastructures 802.11b vers le 802.11g. La mise à niveau des actuelles infrastructures 802.11b n'exige pas d'efforts lourds – elle peut consister soit à remplacer uniquement les radios des points d'accès (une possibilité sur les points d'accès des gammes Cisco Aironet® 1100 et 1200), soit à intégrer de nouveaux points d'accès 802.11g parmi les points d'accès 802.11b existants et constituer ainsi une infrastructure 2,4 GHz hétérogène mais interopérable.

Le déploiement des points d'accès 802.11g n'exige pas non plus la réalisation d'une nouvelle étude de site. Comme nous l'avons dit plus haut, la norme prévoit différents débits de données avec des portées inversement proportionnelles à ceux-ci. Plus spécifiquement, à portée égale, une radio qui émet à 11 Mbits/s sous 802.11b offrira un débit de données d'environ 18 Mbits/s sous 802.11g. De plus, une radio 2,4 GHz de cinquième génération offrira des performances supérieures à celles d'une radio 802.11b de la génération précédente : là où un point d'accès 802.11b équipé d'une radio de génération précédente assurait un débit de données de 11 Mbits/s, la radio 802.11g Cisco fournira, à portée égale, un débit de données d'environ 24 Mbits/s.

Même si l'accroissement de performances offert par le 802.11g pourra paraître modeste dans un premier temps, la tendance devrait s'améliorer progressivement. Les nouvelles unités 802.11b se feront de plus en plus rares à mesure que les constructeurs migreront vers les normes 802.11g et 802.11a. A terme, ceci devrait réduire le nombre d'appareils 802.11b installés et, par conséquent, les cas de fonctionnement en mode mixte. En sélectionnant le



multiplexage OFDM comme type de transmission des signaux de gestion des points d'accès, l'administrateur peut configurer les points d'accès 802.11g pour qu'ils excluent spécifiquement les associations clients en mode 802.11b. Ceci devrait évidemment améliorer de manière considérable les performances des clients associés en mode 802.11g. Toutefois, ceci complique les modèles de réutilisation des canaux et la couverture 802.11b en raison du petit nombre de canaux 2,4 GHz disponibles.

De la même manière que l'installation des points d'accès 802.11g ne nécessite pas de nouvelle étude de site, il est possible d'assurer le support de la norme 802.11a. Les points d'accès de la gamme Cisco Aironet 1200 peuvent être équipés en même temps d'une radio 802.11b ou 802.11g à 2,4 GHz et une radio 802.11a à 5 GHz. L'ajout de radios 802.11a à des points d'accès déployés sur la base d'une étude de site 802.11g (ou même 802.11b) permet d'assurer une certaine couverture 802.11a. Les points d'accès de la gamme Cisco Aironet 1200 peuvent être équipés de radios 802.11a au moment de l'achat ou ultérieurement. Comme nous l'avons dit plus haut, cette couverture 802.11a ne pourra pas supporter de débits de données comparables à ceux du « côté » 802.11g du point d'accès et il est probable que certaines zones « d'ombre » soient totalement inaccessibles à la couverture 802.11a. Toutefois, les clients bi-bande 802.11a/g sont intelligents et basculent entre les fréquences 5 GHz et 2,4 GHz, exploitant ainsi les capacités du 802.11a dans les zones où il est accessible et revenant au 802.11g (ou même au 802.11b) dans le cas contraire. Les unités clients s'efforceront de maintenir le débit de données sur la bande de fréquences. Par exemple, un client associé à une radio 802.11a à 54 Mbits/s recherchera une radio 802.11g qui supporte 54 Mbits/s avant de « redescendre » vers un débit inférieur sur la radio 802.11a.

A mesure que le nombre de clients WLAN augmentera sur le réseau et que celui-ci évoluera vers la généralisation du support 802.11a grâce à la multiplication des clients bi-bande, l'administrateur pourra commencer à ajouter des points d'accès monobande 802.11a à son infrastructure. Il pourra ainsi couvrir les éventuelles zones d'ombre et faire évoluer de manière générale la couverture 802.11a pour obtenir les mêmes débits de données que sur la zone de couverture 802.11g. Grâce au très grand nombre de canaux disponibles avec le 802.11a (notamment en association avec le 802.11b), le processus d'étude de site pour ce nouveau déploiement sera à la fois plus rapide, plus facile et moins coûteux qu'une première étude de site pour le 802.11b ou le 802.11g.

En résumé

La technologie 802.11g est une avancée particulièrement intéressante qui offre de meilleures performances que le 802.11b tout en protégeant les investissements réalisés dans les unités clientes grâce à sa compatibilité ascendante. Les unités 802.11g, développées autour de technologies existantes et bénéficiant des économies d'échelle déjà réalisées, sont disponibles à des tarifs pratiquement identiques à ceux des unités 802.11b. Toutes ces raisons justifient la migration progressive du 802.11b vers le 802.11g.

Toutefois, le 802.11g ne résout pas tous les problèmes de capacité des réseaux WLAN. Dans des environnements mixtes, les accroissements de débit et de capacité demeurent très modestes. Malgré des avancées technologiques comme le mécanisme CTS to Self, et même en mode 802.11g seul, la capacité reste limitée par le très petit nombre de canaux 2,4 GHz disponibles. Les constructeurs, qui ont conscience de ces restrictions, proposent dès aujourd'hui des clients bi-bande 802.11a/g à des prix attractifs. Certains d'entre eux, comme Cisco, offrent également des points d'accès équipés de deux radios qui supportent en même temps le 802.11a à 5 GHz et le 802.11g à 2,4 GHz et qui permettent ainsi une association avec pratiquement n'importe quel type de client 802.11. Alors que les besoins de capacité WLAN augmentent, les



professionnels des réseaux peuvent commencer à déployer des infrastructures bi-bande afin de profiter des très nets avantages du 802.11a dans ce domaine. Il convient ainsi de considérer le 802.11g comme une partie de l'infrastructure WLAN globale et non comme une technologie de substitution au 802.11a. Le 802.11g est une technologie « passerelle » et le moyen idéal pour migrer des réseaux 802.11b à faible capacité vers les réseaux WLAN bi-bande à forte capacité.



Siège mondial

Cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San Jose, CA 95134-1706
USA
www.cisco.com
Tél. : 408 526-4000
800 553-NETS (6387)
Fax : 408 526-4100

Siège Europe

Cisco Systems International BV
Haarlerbergpark
Haarlerbergweg 13-19
1101 CH Amsterdam
Pays-Bas
www-europe.cisco.com
Tél. : 31 0 20 357 1000
Fax : 31 0 20 357 1100

Siège Amériques

Cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San Jose, CA 95134-1706
USA
www.cisco.com
Tél. : 408 526-7660
Fax : 408 527-0883

Siège Asie-Pacifique

Cisco Systems, Inc.
Capital Tower
168 Robinson Road
#22-01 à #29-01
Singapour 068912
www.cisco.com
Tél. : +65 6317 7777
Fax : +65 6317 7799

Cisco Systems compte plus de 200 bureaux dans les pays et régions suivants. Vous trouverez les adresses, les numéros de téléphone et de fax sur le site Web de Cisco à l'adresse suivante :

www.cisco.com/go/offices

Afrique Du Sud • Allemagne • Arabie Saoudite • Argentine • Australie • Autriche • Belgique • Brésil • Bulgarie • Canada • Chili • Colombie • Corée du Sud • Costa Rica • Croatie • Danemark • Dubaï, Émirats arabes unis • Écosse • Finlande • France • Grèce • Hong Kong RAS • Hongrie • Inde • Indonésie • Irlande • Israël • Italie • Japon • Luxembourg • Malaisie • Mexique • Nouvelle-Zélande • Norvège • Pays-Bas • Pérou • Philippines • Pologne • Porto Rico • Portugal • République populaire de Chine • République tchèque • Roumanie • Royaume-Uni • Russie • Singapour • Slovaquie • Suisse • Thaïlande • Turquie • Ukraine • Venezuela • Vietnam • Zimbabwe

Contenu entièrement protégé par Copyright © 1992-2003 Cisco Systems, Inc. Tous droits réservés. CCIP, CCSP, le logo Cisco Arrow, la marque Cisco *Powered Network*, le logo Cisco Systems Verified, Cisco Unity, Follow Me Browsing, FormShare, iQ Net Readiness Scorecard, Networking Academy et ScriptShare sont des marques commerciales de Cisco Systems, Inc.. Changing the Way We Work, Live, Play, and Learn, The Fastest Way to Increase Your Internet Quotient, et iQuick Study sont des marques de services de Cisco Systems, Inc.. et Aironet, ASIST, BPX, Catalyst, CCDA, CCDP, CCIE, CCNA, CCNP, Cisco, le logo Cisco Certified Internetwork Expert, Cisco IOS, le logo Cisco IOS, Cisco Press, Cisco Systems, Cisco Systems Capital, le logo Cisco Systems, Empowering the Internet Generation, Enterprise/Solver, EtherChannel, EtherSwitch, Fast Step, GigaStack, Internet Quotient, IOS, IP/TV, iQ Expertise, le logo iQ, LightStream, MGX, MICA, le logo Networkers, Network Registrar, *Packet*, PIX, Post-Routing, Pre-Routing, RateMUX, Registrar, SlideCast, SMARTnet, StrataView Plus, Stratm, SwitchProbe, TeleRouter, TransPath, et VCO sont des marques déposées de Cisco Systems, Inc. et / ou de ses filiales aux Etats-Unis et dans d'autres pays.

Toutes les autres marques commerciales mentionnées dans ce document ou sur ce site Web appartiennent à leurs propriétaires respectifs. L'emploi du mot « partenaire » ne suppose pas l'existence d'une relation de partenariat entre Cisco et toute autre société.